

22054



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
A 61 B 5/04

67 EP 0 391 973 B1

5N 09/980573

10 DE 38 55 445 T 2

DE 38 55 445 T 2

21 Deutsches Aktenzeichen:	38 55 445.3
66 PCT-Aktenzeichen:	PCT/GB88/01138
66 Europäisches Aktenzeichen:	89 901 488.0
67 PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 89/05608
68 PCT-Anmeldetag:	20. 12. 88
67 Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	29. 8. 89
67 Erstveröffentlichung durch das EPA:	17. 10. 90
67 Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	24. 7. 96
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt:	6. 3. 97

30 Unionspriorität: 32 33 31

22.12.87 GB 8728899

73 Patentinhaber:

Royal Postgraduate Medical School, London, GB

74 Vertreter:

Abitz & Partner, 81678 München

64 Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, FR, GB, IT, LI, LU, NL, SE

72 Erfinder:

WERTHEIM, David, Frank, Philip, Surrey KT10 9BA,  
GB; CONNELL, John, Anthony, Berkshire SL8 4JA,  
GB; OOZEER, Rowena, Carey, Middlesex UB5 5HM,  
GB; BRYDON, John, William, Ernest, Essedon, VIC  
3040, AU; DUBOWITZ, Victor, London NW11 7NR,  
GB

64 VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ANALYSIEREN EINES ELEKTRO-ENZEPHALOGRAMMS

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 89 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II 53 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 38 55 445 T 2

Diese Erfindung betrifft die Analyse eines Elektro-Encephalogramms (EEG). Die Erfindung ermöglicht, daß für einen Teil der Analyse ein Computer eingesetzt werden kann.

- 5 Das EEG ist eine seit langem etablierte Technik zum Aufzeichnen einer spontanen elektrischen Gehirnaktivität unter Verwendung von an die Kopfhaut des Patienten angebrachten Elektroden. Ihre Verwendung im Zusammenhang mit der Überwachung der Entwicklung von beispielsweise neugeborenen Kin-
- 10 dern und insbesondere frühgeborener Kinder hat es ermöglicht, die Gehirnentwicklung der Kinder während der neonatalen Phase zu überwachen. In den letzten Jahren wurden kleine Magnetband-Kassettenrecorder, wie beispielsweise der Medilog 4-24 von Oxford Medical Ltd., verwendet, um auf
- 15 zwei Kanälen bis zu 24 Stunden EEG-Daten von sehr kleinen, kranken Neugeborenen aufzuzeichnen, da die kleine Größe des Recorders es ermöglicht hat, daß dieser in einer Neugeborenen-Intensivstation aufgestellt werden kann, ohne andere in solchen Stationen verwendete Geräte zu stören. Solche Re-
- 20 corder liefern eine enorme Menge von Daten für eine retrospektive Analyse, die gegenwärtig durch ein Abspielen des Bandes auf eine sichtbare Anzeigeeinheit mit beispielsweise 20- oder 60-facher Aufzeichnungsgeschwindigkeit durchgeführt wird. Dadurch kann eine 24-Stunden-Aufzeichnung in
- 25 mindestens 24 Minuten überprüft werden und kann einen Spezialisten in die Lage versetzen, Abnormalitäten in dem EEG zu erfassen und die notwendige Hilfsmaßnahme zu ergreifen. Das EEG kann auch während seiner Wiedergabe gedruckt werden, um dem Spezialisten zu ermöglichen, zu Teilen des EEG
- 30 zurückzukommen, von welchen er vermutet, daß sie Abnormalitäten offenbaren. Ein offensichtlicher Nachteil dieses Systems ist seine retrospektive Natur, es leidet jedoch auch an dem Nachteil, daß der Spezialist für lange Zeitspannen mit der Überprüfung der EEG-Verläufe in Anspruch genommen
- 35 ist.

Obwohl schwere Abnormalitäten, wie beispielsweise Krämpfe oder Perioden im wesentlichen ohne Aktivität, in einem EEG

durch den die sichtbare Anzeige beachtend n Spezialisten schnell erfaßt werden können, kann das EEG nach längerer und fachmännischer Analyse des gedruckten EEG-Verlaufs eine noch subtilere, und dennoch sehr wichtige, Information enthüllen. Die optische Analyse basiert auf einigen allgemein erkannten Merkmalen, wie beispielsweise die Frequenz und Amplitude der Signalverläufe, die Symmetrie und der Synchronverlauf der Entladungen der rechten und linken Gehirnsseite sowie das Vorhandensein abnormer Entladungen wie Krämpfe.

Im Gegensatz zu dem EEG eines normalen Erwachsenen, welches eine kontinuierliche elektrische Aktivität zeigt, ist das EEG eines frühgeborenen Kindes gekennzeichnet durch kurze Aktivitätsausbrüche, manchmal von weniger als 5 Sekunden Dauer, durchsetzt von Intervallen mit sehr reduzierter oder scheinbar fehlender elektrischer Aktivität. Die Intervalle zwischen den Ausbrüchen, welche für 60 Sekunden oder mehr anhalten können, sind von Bedeutung dafür, daß sie die zunehmende Reife des kindlichen Gehirns anzeigen können, wenn die Aktivität kontinuierlicher wird, mit längeren Ausbrüchen und kürzeren Intervallen. Lang anhaltende Intervalle in bezug auf das Alter des Kindes können mit einer intrakranialen Hämorrhagie oder einem hypoxischen Gehirnschaden in Verbindung gebracht werden. Es ist offensichtlich, daß je schneller das EEG analysiert werden kann, desto eher erforderlichenfalls eine Hilfsmaßnahme ergriffen werden und das Ausmaß des Schadens am Gehirn möglicherweise verringert werden kann.

Die EEGs älterer Kinder und Erwachsener können aufgrund der Auswirkungen von Arzneimitteln, Betäubungsmitteln oder einer Verletzung ebenfalls Intervalle reduzierter oder scheinbar fehlender elektrischer Aktivität anzeigen.

Die US-A-4 550 736 offenbart einen automatischen Schlafanalysator, in welcher eine elektro-encephalographische (EEG) Aktivität, eine elektro-okulographische (EOG) Aktivität und

eine elektro-myographisch (EMG) Aktivität überwacht werden. Bestandteile des EEG, die unterschiedliche Amplituden haben und in verschiedenen Frequenzbändern liegen, werden durch analoge oder digitale Schaltungen erfaßt und geben  
5 Alpha-Rhythmus, Schlafkurve, Delta-Aktivität und Bewegungsartefakte wieder. Die Schlafzustände werden aus den Pegeln der unterschiedlichen Aktivitäten abgeleitet.

In WO-A-87/05481 ist die Verwendung eines Computer zum Analysieren elektro-nystagmographischer (ENG) Signalverläufe  
10 eines durch ein Arzneimittel beeinflussten Patienten offenbart, um so die Natur des Arzneimittels zu identifizieren. Die untersuchten Merkmale des Signalverlaufs umfassen die Welligkeit bei 5-6 Hz, Zeitspannen mit festem Pegel und die  
15 Impuls-Charakteristika, wie beispielsweise Frequenz, Amplitude, Breite, das Vorhandensein von Wechseln, Ausgewogenheit und Form.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren für die Analyse von EEG's und eine Vorrichtung dazu zu schaffen.  
20

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung, ist eine Vorrichtung zum Analysieren eines Elektro-Encephalogramms  
25 (EEG) vorgesehen, bei der wenigstens ein elektrisches Signal, welches von dem EEG abgeleitet wurde, an einen Schwellenwert-Detektor angelegt wird und die Ausgangsgröße hinsichtlich einer bestimmten Art von Gehirnaktivität geprüft wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Zeitsteuereinrichtung enthält, um die Zeitintervalle  
30 zwischen aufeinanderfolgenden Ausgangssignalen zu messen, die durch den Schwellenwert-Detektor erzeugt werden, und um Ausgabewerte vorzusehen, welche die Zeitintervalle wiedergeben, eine Wähleinrichtung enthält, um lediglich solche  
35 der Ausgabewerte zu sammeln, welche Zeitintervalle wiedergeben, die länger sind als eine vorbestimmte minimale Zeitdauer, eine Addiereinrichtung, um die ausgewählten Ausgabewerte zu sammeln, welche Zeitintervalle wiedergeben, die

innerhalb eines Abschnitts des EEG auftreten, welches während einer Zeitspanne vorbestimmter Dauer erhalten wird, um einen Gesamtwert zu erzeugen, und eine Anzeigeeinrichtung zum Erzeugen einer sichtbaren Ausgabegröße, die Wiedergaben in einer Vielzahl von Gesamtwerten aufweist, die jeweils von Abschnitten des EEG abgeleitet wurden, welches während aufeinanderfolgender Zeitspannen der gleichen Dauer erhalten wurde.

Wenn ein Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden Anzeigen die Grenze zwischen zwei Zeitspannen überlappt, werden die Teile von diesem, die in den Zeitspannen auftreten, jeweils zu diesen zugerechnet, wenn derjenige Teil nicht im Gesamtbetrag für die erste Periode enthalten ist, es sei denn, daß der Teil eines Intervalls, der in der ersten Periode auftritt, von kurzer Dauer ist (z. B. weniger als 6 Sekunden).

Die Vorrichtung kann auch eine Zähleinrichtung zum Zählen der Anzahl von Intervallen enthalten, die innerhalb der Zeitspannen auftreten. Die Gesamtwerte liefern, nachdem sie durch die Anzahl von Intervallen geteilt wurden, die mittleren Intervalllängen für die Perioden. Die sichtbare Ausgabegröße kann Darstellungen der mittleren Intervalllängen umfassen.

Vorzugsweise werden zwei Kanäle des EEG, von denen einer von der linken Seite des Patientenkopfes erhalten wird und der andere von der rechten Seite erhalten wird, im wesentlichen gleichzeitig analysiert, so daß der Synchronverlauf und die Symmetrie der EEG's durch die Vorrichtung ebenfalls überwacht werden kann. In diesem Fall kann die Anzeigeeinrichtung Darstellungen der von den beiden EEG-Kanälen teilweise abgeleiteten Gesamtwerten erzeugen, um deren gegenseitigen Vergleich zu erleichtern. Es können mehr als zwei EEG-Kanäle von dem Kopf erhalten werden, und/oder sie können von anderen Bereichen als einfach dem linken und rechten Lobus abgeleitet werden; natürlich können diese

EEG-Signale kompliziertere Beziehungsverhältnisse wiedergeben, als nur solche, die durch Synchronverlauf und Symmetrie gegeben sind.

- 5 Die Vergleichereinrichtung kann die Amplitude des elektrischen Signals ganz einfach mit einer Bezugsspannung vergleichen und jedesmal dann einen Impuls erzeugen, wenn die Amplitude des elektrischen Signals die Bezugsspannung erreicht oder übersteigt, wobei die Impulse die Angaben bilden, die der Zeitsteuereinrichtung zugeführt werden.
- 10

In einem alternativen Aufbau umfaßt die Vergleichereinrichtung eine Analog-Zu-Digital-Umsetzeinrichtung, die derart ausgebildet ist, daß sie das elektrische Signal mit einer

15 ausreichend hohen Frequenz abtastet, um jegliche möglicherweise in diesem auftretenden Impulse zu detektieren und die Magnituden der Abtastwerte in digitale Mehrbitsignale umzusetzen. Der Vergleich mit einem Schwellenpegel kann ausgeführt werden, indem die digitalen Mehrbitsignale mit einer

20 digitalen Wiedergabe des Schwellenpegels in einer digitalen Vergleichereinrichtung verglichen werden. Ein weiterer Weg zum Ausführen des Vergleichs ist der, die Bezugsspannungen für die Analog-Zu-Digital-Umsetzung so zu wählen, daß eine von diesen dem Schwellenpegel entspricht; die sich ergebenden digitalen Signale haben nur Ziffern 1 an Stellen, die

25 dem Schwellenpegel entsprechen oder darüber liegen, wenn das elektrische Signal auf dem Schwellenpegel oder darüber liegt, so daß der Vergleich durch Erfassen einer "1" an der Stelle, die dem Schwellenpegel entspricht oder über diesem

30 liegt.

Die Zeitsteuereinrichtung, die Auswahleinrichtung und die Addiereinrichtung können durch einen digitalen Computer zur Verfügung gestellt werden, der so programmiert ist, daß er

35 aufgrund der von der Vergleichereinrichtung erzeugten Angaben die erforderlichen Operationen ausführt, um von diesen Angaben die benötigten Gesamtwerte herzuleiten.

Falls die Zeitsteuereinrichtung, die Auswahleinrichtung und die Addiereinrichtung durch einen in geeigneter Weise programmierten digitalen Computer zur Verfügung gestellt werden, können die digitalen Mehrbitsignale, die von der in  
5 der Vergleichereinrichtung enthaltenen Analog-Zu-Digital-Umsetzeinrichtung erhalten werden, dem Computer als Eingangsgrößen zugeführt werden, und der Computer kann zudem so programmiert sein, daß er feststellt, ob die von der Um-  
10 setzeinrichtung erhaltenen digitalen Eingangsgrößen über oder unterhalb des Schwellenwertes liegen.

Wenn ein digitaler Computer vorhanden ist, z. B. wie oben erwähnt, kann dieser so programmiert sein, daß er die von der Addiereinrichtung erhaltenen Gesamtwerte verarbeitet,  
15 um eine graphische Wiedergabe in einer von einem Spezialisten ohne weiteres aufnehmbaren Form zu erzeugen.

Der EEG-Kanal, von welchem das elektrische Signal abgeleitet wird, kann auf einem geeigneten Magnetband aufgezeichnet und mit einer viel höheren Geschwindigkeit abgespielt  
20 werden als derjenigen, mit welcher dieses von dem Patienten erhalten wurde. Zum Beispiel kann das EEG-Signal von dem Patienten für die Periode von 24 Stunden direkt aufgezeichnet werden und über eine Periode von 24 Minuten an die Ana-  
25 lysevorrichtung abgespielt werden. Natürlich muß beim Einstellen der in der Analyse verwendeten Zeitintervalle eine Anpassung für die Komprimierung der Zeitskala durchgeführt werden.

30 Alternativ können die von dem Patienten erhaltenen EEG-Signale direkt an die Vorrichtung angelegt werden, so daß sie bei der "on-line"-Überwachung des Patienten verwendet werden kann. Die Vorrichtung kann so ausgebildet sein, daß sie in Abhängigkeit von Merkmalen des EEG, welche eine ir-  
35 gendwie geartete Hilfsmaßnahme erforderlich machen könnten, Alarmsignale erzeugt.

Die Vorrichtung kann in der Lage sein, insbesondere wenn sie einen in geeigneter Weise programmierten digitalen Computer umfaßt, ein direkt von einem Patienten erhaltenes EEG sehr viel schneller zu verarbeiten, als mit dem Auftreten von Ereignissen in dem EEG gerechnet werden muß. Deshalb können EEG's von verschiedenen Patienten durch Multiplexen an eine einzelne Vorrichtung übertragen werden, die zudem so ausgebildet sein kann, daß sie eine getrennte Wiedergabe für jeden Patienten erzeugt und die EEG's auf Merkmale, die eine Hilfsmaßnahme erfordern, überwacht.

In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfaßt die Vorrichtung zum Analysieren eines Elektro-Encéphalogramms (EEG) Eingangsanschlüsse für wenigstens ein elektrisches Signal, das von dem EEG abgeleitet wurde, eine Abtasteinrichtung, die an die Eingangsanschlüsse angeschlossen ist, um das elektrische Signal in regelmäßigen Zeitintervallen abzutasten und den Abtastwert zu halten, eine Analog-Zu-Digital-Umsetzeinrichtung, die so angeschlossen ist, daß sie die durch die Abtastmittel nacheinander gehaltenen Abtastwerte empfängt und daraus digitale Ausgangsgrößen erzeugt, die die Magnituden der Abtastwerte darstellen, einen digitalen Computer, der so programmiert ist, daß dieser von der Analog-Zu-Digital-Umsetzeinrichtung die digitalen Ausgangsgrößen nacheinander empfangen kann, daß dieser jede digitale Ausgangsgröße mit einem Schwellenwert vergleichen kann und, nur wenn die digitale Ausgangsgröße größer als der Schwellenwert ist, von einem Zeitgeber eine Darstellung des Zeitintervalls auslesen kann, da der dem letzten folgende Abtastwert den Schwellenwert überschreitet, daß dieser einen Gesamtbetrag der während einer Zeitspanne vorbestimmter Dauer aus dem Zeitgeber ausgelesenen Zeitintervalle einer bestimmten minimalen Dauer summieren kann und daß dieser eine von den während fortlaufender Zeitspannen summierten Gesamtbeträgen abgeleitete Darstellung ausgeben kann, und Wiedergabeeinrichtungen, die auf die Ausgabe des digitalen Computers ansprechen. Die Darstellung kann von der mittleren Intervalldauer sein.



genden Schritt umfaßt: - V rgleichen der digitalen Werte sequentiell mit einem Schwellenwert und Anzeigen, ob die digitalen Werte größer oder kleiner sind als der Schwellenwert, Erzeugen einer Wiedergabe des Zeitintervalls, für  
5 welches aufeinanderfolgende digitale Werte kleiner als der Schwellenwert sind, Summieren der Wiedergaben der Zeitintervalle mit wenigstens einer bestimmten minimalen Dauer, wobei die Wiedergaben während einer erweiterten Zeitspanne erzeugt wurden, um eine Gesamtzahl für jede einer Vielzahl  
10 von aufeinanderfolgenden erweiterten Zeitspannen vorzusehen, und um eine Ausgabeanzeige abhängig von den Gesamtwerten der Wiedergaben zu erzeugen.

Die Messung von Zeitspannen kann in bezug zu einem Taktoszillator erfolgen, der dazu verwendet wird, um das Anlegen  
15 der digitalen Werte für den Vergleich zu steuern.

Die Ausgabeanzeige kann eine graphische Wiedergabe der Werte von einer Vielzahl von Gesamtgrößen enthalten, die in  
20 einem rechteckförmigen oder anderen Typ eines Koordinatensystems wiedergegeben werden.

Das Verfahren kann die Bestimmung des mittleren Wertes der Quadrate der digitalen Werte umfassen, die während einer  
25 erweiterten Zeitspanne auftreten.

Das Verfahren kann auch das Zählen der Anzahl von Zeitintervallen, die dem Gesamtwert während einer erweiterten Zeitspanne hinzuaddiert werden, und die Berechnung des Mittelwertes der Zeitintervalle während der Periode umfassen.  
30

Ein Beispiel der Erfindung wird nun mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in welchen:

35 Figur 1 ein Blockdiagramm einer Ausführungsform der Vorrichtung ist;

Figur 2 ein Flußdiagramm eines Beispiels einiger von dem Computer in der Vorrichtung aus Figur 1 ausgeführter Operationen ist;

5    Figur 3 die linke und die rechte Kanalspur das EEG eines frühgeborenen Kindes etwa der 28-ten Schwangerschaftswoche post menstruationem zeigt,

10    Figur 4 die linke und die rechte Kanalspur des EEG eines frühgeborenen Kindes etwa der 32-ten Schwangerschaftswoche post menstruationem zeigt;

15    Figur 5 ein Plot von den Gesamtmengen der Intervalle zwischen Signalausbrüchen in aufeinanderfolgenden Perioden einer EEG-Kanalspur der in Figur 3 gezeigten Art ist;

20    Figur 6 ein Plot der Gesamtmengen der Intervalle zwischen Signalausbrüchen in aufeinanderfolgenden Perioden einer EEG-Kanalspur der in Figur 4 gezeigten Art ist; und

25    Figur 7 ein Plot ähnlich der aus den Figuren 5 und 6 ist, der die herbeigeführte Änderung durch Abhilfe einer Hypoxie eines frühgeborenen Kindes etwa der 32-ten Schwangerschaftswoche post menstruationem wiedergibt.

30    Nun auf Figur 1 Bezug nehmend weist die Vorrichtung einen Meßfühler 1 und 2 jeweils zur Verbindung mit der linken bzw. rechten Seite des Kopfes eines Patienten auf. Die Meßfühler sind über Verstärker (nicht dargestellt) und Leiter 3 bzw. 4 mit zwei Eingängen eines Magnetband-Aufzeichnungsgerätes 5 zum Aufzeichnen der Kanäle des von  
35    den Meßfühlern aufgenommenen EEG verbunden. Beim Abspielen erzeugt das Aufzeichnungsgerät 5 einen linken und einen rechten Ausgabewert auf Leiterelementen 6 und 7, welche jeweils Abtast- und Halteschaltungen 8 bzw. 9 zugeführt wer-

den. Die Ausgabewert der Abtast- und Halteschaltungen 8 und 9 werden jeweils einem Analog-Zu-Digital-Umsetzer 10 bzw. 11 zugeführt, welcher einem digitalen Computer 12 binär kodierte digitale Werte zuführt. Ein Taktgeber 13 ist  
5 angeschlossen, um die Abtast- und Halteschaltungen 8 und 9, die Analog-Zu-Digital-Umsetzer 10 und 11 und den Computer 12 mit Zeitsteuerepulsen zu versorgen. Der Taktgeber 13 kann über eine Verbindung 14 mit der Abspielung des Bandes in dem Aufzeichnungsgerät 5 synchronisiert sein. Der Computer  
10 12 ist mit einer Tastatur 15 und mit einer Anzeigevorrichtung 16 verbunden, welche z. B. eine Kathodenstrahlröhre und einen Drucker umfassen kann.

Optional sind direkte Anschlüsse von den Meßfühlern 1 und 2  
15 an die Abtast- und Halteschaltungen 8 und 9 durch gebrochene Linien angegeben. Solche direkten Anschlüsse versetzen die Vorrichtung in die Lage, die EEG's online zu analysieren.

20 Die Verwendung von Abtast- und Halteschaltungen kann für bestimmte Arten eines Analog-Zu-Digital-Umsetzers nicht erforderlich sein.

Das Programm des digitalen Computers 12 umfaßt einen durch  
25 das Flußdiagramm aus Figur 2 dargestellten Teil. Aus Figur 2 ist zu ersehen, daß das Programm so ausgebildet ist, daß Eingabegrößen von dem linken und dem rechten Kanal des EEG abwechselnd ausgewählt werden. Beide Eingabesätze werden in der gleichen Weise behandelt, wobei die Operationen anhand  
30 des linken EEG-Kanals gezeigt werden. Die Magnituden der aufeinanderfolgenden Eingabegrößen werden mit einem Schwellenwert  $V_t$  verglichen. Falls eine Eingabegröße geringer als der Schwellenwert ist, wird die vorherige Eingabegröße in bezug zum Schwellenwert beurteilt. Falls die vorherige Eingabegröße kleiner als der Schwellenwert ist, wird keine  
35 weitere Aktion durchgeführt, falls diese jedoch größer als der Schwellenwert ist, wird ein Zeitgeber in dem Computer gestartet. Der Zeitgeber wird angehalten, wenn die nächste

Eingabegröße mit einer größeren Magnitud als der Schwellenwert auftritt. Die Zeit wird dann gelesen und der Zeitgeber auf Null zurückgesetzt. Die gelesene Zeit wird mit einer Schwellenzeit  $T_t$  verglichen, und falls jene geringer  
5 ist als diese Zeit, wird sie nicht berücksichtigt, falls sie jedoch größer ist, wird sie einer für eine Zeitsperiode akkumulierten Gesamtzeit hinzuaddiert. In einem Beispiel beträgt die Zeitspanne 10 Minuten, was, wie unten beschrieben, durch eine Taktzeit von 10 Sekunden im Computer wiedergegeben werden kann. Falls das durch den Zeitgeber aufgezeichnete Intervall die Grenze einer Zeitspanne in die nächste überschreitet, wird die Zeitdauer des Intervalls beiden Zeitspannen dementsprechend zugeordnet, wie dieses durch die Grenze zwischen den Zeitspannen unterteilt wurde.  
10 Falls jedoch der Teil des der ersten der Zeitspannen zuzuordnenden Intervalls geringer ist als eine Zeit  $St$  (etwa 6 Sekunden), dann wird dieser Teil des Intervalls nicht vom Gesamtwert für diese Zeitspanne umfaßt. Die für die Zeitspannen zusammengefaßten Gesamtzeiten werden als eine Ausgabegröße erzeugt, und das die Zeit für jede Zeitspanne zusammenfassende Mittel wird in Bereitschaft für die nächste Zeitspanne zurückgesetzt.

Die Vorrichtung aus Figur 1, die das durch Figur 2 dargestellte Programm verwendet, analysiert den linken und rechten Kanal des EEG des Patienten unter Verwendung einer Messung des Zeitintervalls zwischen Signalausbrüchen als Basis.  
25

Die in dieser Weise erzeugten Gesamtsummen der Intervallzeiten für eine Aufeinanderfolge von Zeitspannen werden in einer von einem Spezialisten in einfacher Weise aufzunehmenden Form wiedergegeben, so daß er sehr schnell sagen kann, ob die Gehirnaktivität normal ist oder nicht. Es kann  
30 stattdessen der Mittelwert der Intervallzeiten für eine Zeitspanne wiedergegeben werden; zu diesem Zweck könnte der Computer die Anzahl von Intervallen in jeder Zeitspanne zählen.

Eingabegröße mit einer größeren Magnitude als der Schwellenwert auftritt. Die Zeit wird dann gelesen und der Zeitgeber auf Null zurückgesetzt. Die gelesene Zeit wird mit einer Schwellenzeit  $T_t$  verglichen, und falls jene geringer ist als diese Zeit, wird sie nicht berücksichtigt, falls sie jedoch größer ist, wird sie einer für eine Zeitsperiode akkumulierten Gesamtzeit hinzuaddiert. In einem Beispiel beträgt die Zeitspanne 10 Minuten, was, wie unten beschrieben, durch eine Taktzeit von 10 Sekunden im Computer wiedergegeben werden kann. Falls das durch den Zeitgeber aufgezeichnete Intervall die Grenze einer Zeitspanne in die nächste überschreitet, wird die Zeitdauer des Intervalls beiden Zeitspannen dementsprechend zugeordnet, wie dieses durch die Grenze zwischen den Zeitspannen unterteilt wurde. Falls jedoch der Teil des der ersten der Zeitspannen zuzuordnenden Intervalls geringer ist als eine Zeit  $S_t$  (etwa 6 Sekunden), dann wird dieser Teil des Intervalls nicht vom Gesamtwert für diese Zeitspanne umfaßt. Die für die Zeitspannen zusammengefaßten Gesamtzeiten werden als eine Ausgabegröße erzeugt, und das die Zeit für jede Zeitspanne zusammenfassende Mittel wird in Bereitschaft für die nächste Zeitspanne zurückgesetzt.

Die Vorrichtung aus Figur 1, die das durch Figur 2 dargestellte Programm verwendet, analysiert den linken und rechten Kanal des EEG des Patienten unter Verwendung einer Messung des Zeitintervalls zwischen Signalausbrüchen als Basis.

Die in dieser Weise erzeugten Gesamtsummen der Intervallzeiten für eine Aufeinanderfolge von Zeitspannen werden in einer von einem Spezialisten in einfacher Weise aufzunehmenden Form wiedergegeben, so daß er sehr schnell sagen kann, ob die Gehirnaktivität normal ist oder nicht. Es kann stattdessen der Mittelwert der Intervallzeiten für eine Zeitspanne wiedergegeben werden; zu diesem Zweck könnte der Computer die Anzahl von Intervallen in jeder Zeitspanne zählen.

Figur 3 zeigt Abschnitte einer linken und einer rechten EEG-Kanalspur von einem Kind aus der 28-ten Schwangerschaftswoche post menstruationem. Die Betrachtung von Figur 3 enthüllt, daß sowohl das linke als auch das rechte EEG aus Signalausbrüchen elektrischer Aktivität besteht, gefolgt von Intervallen, während derer die Aktivität von viel kleinere Amplitude ist oder scheinbar fehlt.

- 10 Die Signalausbrüche in beiden EEG-Spuren sind in Form und Dauer ähnlich und erscheinen mehr oder weniger gleichzeitig. Falls die Signalausbrüche nicht ähnlich und im wesentlichen ungleichzeitig erfolgen, kann dies ein Anzeichen irgendeiner Art von Störung sein. EEG-Kanäle von beiden Teilen des Kopfes können andere Beziehungsverhältnisse haben.

Figur 4 zeigt die EEG-Spuren von einem Kind, das 3 bis 4 Wochen älter ist als das, von welchem die EEG-Spuren aus Figur 3 erhalten wurden. Es kann aus Figur 3 ersehen werden, daß die Aktivitätsausbrüche, welche von längerer Dauer sind, manchmal für eine Minute oder länger ohne signifikante Unterbrechung andauern, und die Dauer der Intervalle zwischen Signalausbrüchen ist beträchtlich reduziert.

- 25 Eine mit dem Analysieren von EEG-Kanalsignalen der in Figur 3 gezeigten Art verbundene Schwierigkeit beruht darin, festzustellen, wann ein Aktivitätsausbruch aufgehört hat und wann der nächste Ausbruch gestartet hat, so daß die Dauer der Intervalle zwischen einzelnen Ausbrüchen genau bestimmt werden kann. Die in der Vorrichtung aus Figur 1
- 30 aufgenommene Technik schließt das Beachten jedes Zeitpunktes ein, an welchem der Abtastwert einen Schwellenwert übersteigt, wobei der verwendete Wert einer EEG-Spannung von etwa +25 Mikrovolt entspricht. Wann immer eine Eingabegröße
- 35 erstmals unterhalb des Schwellenwertes fällt, nachdem sie über diesem gewesen ist, wird ein Zähler gestartet, falls jedoch eine den Schwellenwert übersteigende Eingabegröße innerhalb einer kurzen Zeit nach dem Starten des Zählers

auftritt, wird dies so beurteilt, daß die Eingabegröße Teil des gleichen Aktivitätsausbruchs wie die früheren ist, und die Eingabegröße unterhalb des Schwellenwertes markierte nicht den Beginn eines Intervalls zwischen Signalausbrü-

5 chen. Die für dieses Zweck verwendete Schwellenzeit beträgt 6 Sekunden. Der bereits gestartete Zähler wird durch die nächste den Schwellenwert übersteigende Eingabegröße angehalten, und falls die Zeit geringer ist als die Schwellenzeit, wird die Ausgabe des Zeitgebers nicht berücksichtigt.

10 Falls andererseits die nächste den Schwellenwert übersteigende Eingabegröße später als 6 Sekunden, nachdem der Zähler gestartet wurde, auftritt, wird diese als Teil eines anderen Signalausbruchs betrachtet und wird die Ausgabe des Zeitgebers festgehalten. Die festgehaltene Zeit wird zu dem

15 Gesamtwert von anderen vorher während einer Meßzeitspanne bis zum Ende dieser Zeitspanne aufgetretenen Intervallen hinzuaddiert. Die Meßzeitspanne beträgt, wie oben erwähnt, 10 Minuten Echtzeit. Jedes Mal, wenn der Zähler angehalten wird und die aufgezeichnete Zeit ausgelesen wird, wird der

20 Zähler sofort auf Null zurückgesetzt.

Ein alternatives Verfahren zum Messen einer Intervalldauer beruht darin, den Zeitgeber bei jedem Auftreten einer den Schwellenwert übersteigenden Eingabegröße anzuhalten, zu

25 lesen, zurückzusetzen und wieder zu starten. Dies würde die Wirkung haben, jede gemessene Intervalldauer um die Zeit zwischen aufeinanderfolgenden Abtastvorgängen zu verlängern, was bedarfsweise kompensiert werden kann, entweder durch Subtrahieren dieser Zeit von der aufgezeichneten Zeit

30 oder durch ein angemessenes Verzögern des Startens der Zeit.

Wie oben erwähnt, können die EEG-Kanalsignale von gegenüberliegenden Seiten des Patientenkopfes Aktivitätsausbrüche aufweisen, welche in Form und Dauer ähnlich sind und

35 welche mehr oder weniger gleichzeitig auftreten. Dieses Phänomen wird als "Synchronismus" bezeichnet. Die Vorrichtung kann so ausgebildet sein, daß sie zwei oder mehr Kanäle

le des EEG auf Synchronismus überprüft, indem die End- und/oder Startzeiten der Intervalle zwischen Signalausbrüchen (bei Anzeige der Starts und/oder Enden von Signalausbrüchen) in den verschiedenen Kanälen überwacht und die  
5 Zeitunterschiede des Auftretts und/oder die Dauer der Signalausbrüche mißt. Falls die Signalausbrüche in den Kanälen innerhalb einer bestimmten Zeit auftreten, sagen wir 2 Sekunden, werden sie als synchron gezählt, und falls sie um mehr als diese Zeit voneinander getrennt sind, werden  
10 sie als asynchron gezählt. Die Anzahl von in jeder Zeitspanne auftretenden synchronen und asynchronen Signalausbrüchen wird gezählt und wiedergegeben.

Gelegentlich wird wegen der Empfindlichkeit der Vorrichtung  
15 gegenüber geringen Spannungen von einem Meßfühler ein einzelner, elektrischer Rauschimpuls aufgenommen; die Vorrichtung kann so programmiert werden, daß sie einen solchen Impuls beim Vergleich des EEG-Kanals einer Seite mit dem der anderen ignoriert. Andererseits wird die oben beschriebene  
20 Technik zum Identifizieren des Starts und des Endes eines Intervalls einen einzelnen Impuls als einen Ausbruch erkennen und das Intervall durch Zwei teilen. Obwohl dies zu einer geringen Abnahme im Gesamtbetrag der Intervallzeiten führen kann, ist es unwahrscheinlich, daß dies zu einer signifikanten Änderung im Durchschnittswert der wiedergegebenen  
25 Gesamtwerte der Intervallzeiten führt.

Um die Verarbeitungsleistung des Computers vollständiger zu nutzen und diesen in die Lage zu versetzen, zum Beispiel  
30 eine 24-Stunden-Aufzeichnung von EEG-Kanalsignalen in einer relativ kurzen Zeitspanne zu analysieren, ist das Aufzeichnungsgerät 5 so ausgebildet, daß es das Band mit einer viel höheren Geschwindigkeit abspielen kann als derjenigen, mit welcher die Aufzeichnung durchgeführt wurde. Typischerweise  
35 werden die Aufzeichnungen mit der 60-fachen Geschwindigkeit abgespielt, mit der sie ausgeführt wurden, so daß innerhalb des Computers die Zeitspannen, auf die oben Bezug genommen wurde, durch einen Faktor 60 g teilt werden. Selbst eine



größere Beschleunigung der aufgezeichneten EEG-Signale kann verwendet werden, vorausgesetzt, daß das Abspielsystem dazu in der Lage ist, bei den betreffenden höheren Geschwindigkeiten und Frequenzen zu arbeiten.

5

Die EEG-Signale können nach einer Abtastung und Umwandlung in digitale Form beschleunigt werden, indem die Abtastwerte mit einer Geschwindigkeit in einem Freizugriffsspeicher gespeichert werden und diese mit einer anderen Geschwindigkeit ausgelesen werden. Dies kann anstelle von oder zusätzlich zu der Beschleunigung des Magnetband-Aufzeichnungsgerätes erfolgen.

Obwohl im allgemeinen der Taktoszillator in dem Computer und die Geschwindigkeiten des Bandaufzeichnungsgerätes ausreichend stabil sind, um dem Computer-Taktoszillator zu gestatten, eine genaue Messung der Echtzeitperioden des ursprünglich aufgezeichneten EEG zu liefern und als Bezug für die von dem Computer, wie oben beschrieben, ausgeführten Operationen zu wirken, kann es wünschenswert sein, wenn das EEG voraufgezeichnet wurde und durch das Bandaufzeichnungsgerät zurückgespielt wird, die Frequenz des Taktoszillators in Übereinstimmung mit der Geschwindigkeit, bei welcher das EEG-Signal von dem Aufzeichnungsgerät ausgelesen wird, einzustellen. Diese Steuerung wird durch die gebrochene Linie 14 in Figur 1 dargestellt und kann die Verwendung einer Zeitsteuerspur auf dem Band einschließen, die Impulse erzeugt, welche die Frequenz des Taktoszillators 13 einstellen, der zum Zweck einer günstigen Darstellung als extern zum Computer dargestellt ist. Der Oszillator bestimmt die Abtastfrequenz von den Abtast- und Halteschaltungen 8 und 9 und den Betrieb der Analog-Zu-Digital-Umsetzer 10 und 11. Der Oszillator 13 liefert den Zeitbezug für den Zähler und die weiteren zeitgesteuerten Abläufe, welche in dem Computer ausgeführt werden.

Es hat sich ergeben, daß in der Praxis die Verwendung eines oben beschriebenen Spannungsschwellenwertes von etwa +25

Mikrovolt und einer Schwellenzeit von 6 Sekunden zum Unterscheiden von in der oben beschriebenen Weise genutzten Signalausbrüchen sowie Intervallen zwischen Signalausbrüchen zu einer mittleren Dauer für die Intervalle führt, die  
5 den von einem Spezialisten beim Messen der Zeitintervalle direkt von den EEG-Spuren erhaltenen, sehr nahe entspricht. Es wäre natürlich möglich, andere Werte für den Schwellenwert und die Schwellenzeit zu verwenden, obwohl es wahrscheinlich ist, daß solche Werte nahe der oben gegebenen  
10 liegen werden.

Die Vorrichtung aus Figur 1 kann in der Form eines speziell gebauten Mikrocomputers mit einer zusätzlichen Schaltungstechnik für die Verwendung als Überwachungseinheit für einen  
15 einzelnen Patienten aufgebaut sein, der die direkt von dem Patienten erhaltenen EEG-Signale kontinuierlich abtastet. In einem solchen Falle sind die Meßfühler 1 und 2 direkt über Verstärker an die Abtast- und Halteschaltungen 8 und 9 angeschlossen und sind die Zeitspannen in dem Computer an die Echtzeitwerte anstatt an die beschleunigten  
20 Zeitwerte, die verwendet werden, wenn der Computer eine beschleunigte Abspielung aufgezeichneter EEG-Signale analysiert, angepaßt. Das Bandaufzeichnungsgerät 5 kann noch beibehalten werden, um die EEG-Signale zudem aufzuzeichnen,  
25 so daß sie, falls notwendig, für eine nachfolgende Untersuchung durch einen Spezialisten verfügbar sind.

Vorteilhafterweise aber nicht zwangsläufig ausschließlich, kann der Computer, wenn der Computer dazu verwendet wird,  
30 die direkt von dem Patienten erhaltenen EEG-Signale zu analysieren, so ausgebildet sein, daß er Alarmzustände identifiziert, welche z. B. auftreten können, wenn die Intervalle zwischen Signalausbrüchen übermäßig lang werden (länger als etwa 90 Sekunden) oder wenn der Gesamtbetrag, der Intervalle  
35 zwischen Signalausbrüchen in einer 10 Minuten-Zeitspanne in Abhängigkeit vom Zustand des Patienten ein vorbestimmtes Verhältnis dieser Zeitspanne übersteigt. Andere Zustände, die die Aufmerksamkeit des Spezialisten erforderlich machen

chen, könnten ebenfalls erfaßt werden, zum Beispiel, wenn Signalausbrüche in dem EEG-Signal von einer Seite des Kopfes auftreten und nicht mit Signalausbrüchen von der anderen Seite in im wesentlichen der gleichen Zeit zusammenpassen (ausgenommen isolierter Rauschimpulse). Die von dem  
5 Computer erhaltenen Abtastwerte können auch getestet werden, um zu sehen, ob die Amplitude der Signalausbrüche über oder unter einer voreingestellten Grenze liegen, und auch um die mittlere Dauer der Intervalle zu überwachen.

10

Anstelle der Verwendung einer Abtast- und Halteschaltung zur Versorgung eines Analog-Zu-Digital-Umsetzers, um die digitalen Eingabegrößen von einem EEG-Signal an den Computer zu erzeugen, kann das EEG-Signal einer einfachen analo-  
15 gen Schwellenschaltung zugeführt werden, die eine "1"-Ausgabe erzeugt, wann immer die Amplitude der EEG-Spannung einen Schwellenwert von etwa 25  $\mu$ V übersteigt, und eine "0"-Ausgabe zu anderen Zeiten erzeugt. Der Computer kann so programmiert sein, daß er entweder die Ausgabe der Schwellenschaltung wiederholt in kurzen Intervallen abrufen, um  
20 die Ziffern 1 und 0 zu erfassen oder die Übergänge von "0" auf "1" und "1" auf "0" als Unterbrechungen empfängt. Wenn der Computer eine "1"- zu - "0"-Eingabe empfängt, startet er den Zeitsteuerungszähler wie oben beschrieben, um festzu-  
25 stellen, ob dieser den Start eines Intervalls zwischen Signalausbrüchen markiert oder nicht. Eine solche einfache Vorrichtung kann eine Wiedergabe von Gesamtbeträgen von Intervallzeiten und der mittleren Intervallauern erzeugen, kann jedoch nicht die in den EEG-Signalen auftretenden tat-  
30 sächlichen Spannungen überwachen.

Die Form der durch den Computer erzeugten Anzeige ist vorzugsweise graphisch, so daß, falls die Gesamtbeträge der Intervallzeiten während der Perioden außerhalb eines für  
35 das Alter eines betreffenden Kindes erwarteten Bereichs liegen, diese Tatsache einem Spezialisten offensichtlich wird und er ohne Verzögerung eine Hilfeleistung einleiten kann. Die Figuren 5 und 6 zeigen eine mögliche Form für die

Wiedergabe, in welcher die Gesamtzeiten als Punkte auf einem Graph g gegen die Minuten der Zeitspannen, auf welche sie bezogen sind, geplottet sind.

- 5 Ein Blick auf Figur 5 zeigt, daß der Durchschnittswert der Gesamtzeiten zwischen 100 und 200 Sekunden variiert, mit einem Maximum bei etwa 360 Sekunden und einem Minimum bei etwa 10 Sekunden. Dies erscheint als ausgesprochen typisch für ein Kind in der 28-ten Schwangerschaftswoche post menstruationem.
- 10

- Das Kind, von dem Figur 6 eine Wiedergabe der Gesamtzeiten ist, hat ist aus der 32-ten Schwangerschaftswoche post menstruationem. Es kann ersehen werden, daß für viele Zeitspannen die Gesamtzeiten Null sind und die maximale Gesamtzeit etwa 150 Sekunden beträgt.
- 15

- Eine besondere Verwendung der Vorrichtung wird durch Figur 7 enthüllt, welche eine Wiedergabe der gleichen Art zeigt, wie in den Figuren 5 und 6 dargestellt, jedoch für ein Kind in der 32-ten Schwangerschaftswoche post menstruationem. Die von der Vorrichtung für ein Kind dieses Alters erhaltene Wiedergabe ist in Figur 6 dargestellt, und es ist unmittelbar zu erkennen, daß links von der durch den Pfeil A in Figur 7 markierten Position die Gesamtbeträge der Intervalle sehr viel höher liegen als sie für ein gesundes Kind sein sollten. Dies tritt auf, wenn das Kind hypoxisch war, und als die Sauerstoffzufuhr zu dem durch Pfeil A angegebenen Zeitpunkt erhöht wurde, ist zu erkennen, daß die Gesamtbeträge sofort auf die durch Figur 6 wiedergegebene Art von Werten herunterkam.
- 20
- 25
- 30

- Die analysierten oder teilweise analysierten Daten können für eine nachfolgende Wiedergabe ohne eine weitere Verarbeitung oder für eine weitere Analyse und Wiedergabe in einem semipermanenten Speicher, wie einer Magnetscheibe, gespeichert werden.
- 35

Die Wiedergabe kann andere Formen annehmen und kann zudem die folgenden Angaben in graphischer und/oder numerischer Form für jede Seite oder für beide Seiten des Gehirns umfassen:

- 5  
1. Den Spitzenwert eines Signalausbruchs in dem EEG, wie durch einen Abtastwert wiedergegeben;
- 10  
2. Die Länge der längsten Intervallzeit in jeder Periode;
3. Die Anzahl von Intervallen in jeder Periode;
- 15  
4. Das Mittel der Intervallzeiten in jeder Periode und für das gesamte EEG;
- 20  
5. Die Differenz in Amplitude und Zeitsteuerung zwischen den Signalausbrüchen in den EEG's von beiden Seiten;
6. Die Korrelation zwischen dem rechten und linken mittleren Amplitudenquadrat;
- 25  
7. Die Korrelation zwischen den Quadraten der Amplituden und der Intervalllänge.

1

5

Patentansprüche

10

15

20

25

30

35

1. Vorrichtung zum Analysieren eines Elektro-Encephalogramms (EEG), bei dem wenigstens ein elektrisches Signal (L, R), welches von dem EEG abgeleitet wurde, an einen Schwellenwert-Detektor angelegt wird und die Ausgangsgröße hinsichtlich einer bestimmten Art von Gehirnaktivität geprüft wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Zeitsteuer-einrichtung (12) enthält, um die Zeitintervalle zwischen aufeinanderfolgenden Ausgangssignalen zu messen, die durch den Schwellenwert-Detektor erzeugt werden, und um Ausgabewerte vorzusehen, welche die Zeitintervalle wiedergeben, sowie eine Wähleinrichtung, um lediglich solche der Ausgabewerte auszuwählen, welche Zeitintervalle wiedergeben, die länger sind als eine vorbestimmte minimale Zeitdauer, eine Addier-einrichtung, um die ausgewählten Ausgabewerte zu sammeln, welche Zeitintervalle wiedergeben, die innerhalb eines Abschnitts des EEG's auftreten, welches während einer Zeitspanne vorbestimmter Dauer erhalten wird, um einen Gesamtwert zu erzeugen, und eine Anzeigeeinrichtung (16), die eine Druckereinrichtung enthalten kann, um eine sichtbare Ausgabegröße zu erzeugen, die Wiedergaben einer Mehrzahl von Gesamtwerten aufweist, die jeweils von Abschnitten des EEG's abgeleitet wurden, welches während aufeinanderfolgender Zeitspanne der gleichen Dauer erhalten wurde.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Zähl-einrichtung zum Zählen der Anzahl von ausgewählten Intervallen, die länger sind als die vorbestimmte minimale Zeitspanne, die innerhalb der Zeitspannen mit der vorbestimmten Dauer auftreten, und durch eine Einrichtung zum Teilen der Gesamtwerte, die für die unterschiedlichen Zeitspannen erzeugt wurden, jeweils durch die Anzahl der ausgewählten Intervalle, die innerhalb solcher Zeitspannen auftreten,

- 1 um Anzeigen der mittleren Länge der ausgewählten Intervalle  
in solchen Zeitspannen zu liefern, um sie durch die Anzeige-  
einrichtung (16) darzustellen.
- 5 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, gekennzeichnet  
durch Eingabeanschlüsse (1, 2) für wenigstens zwei elektri-  
sche Signale (L, R), die jeweils wenigstens zwei Kanäle des  
EEG's wiedergeben, die von verschiedenen Seiten eines Patien-  
tenkopfes abgeleitet sein können, wobei die Vorrichtung dafür  
10 ausgebildet ist, um die zwei elektrischen Signale im wesent-  
lichen gleichzeitig zu analysieren, wobei die Anzeigeein-  
richtung (16) veranlaßt wird, die Gesamtwerte darzustellen,  
die von den EEG-Kanälen Seite für Seite abgeleitet werden.
- 15 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß  
zwei Kanäle (L, R) des EEG's von gegenüberliegenden Seiten  
des Patientenkopfes abgeleitet sind, und daß die Analyse  
der elektrischen Signale das Vergleichen der Zeitpunkte des  
20 Auftretens der Anzeigen, die erzeugt werden, wenn die elektri-  
schen Signale der jeweiligen Kanäle den Schwellenwertpegel  
erreichen, das Zählen des Auftretens der Anzeigen, die im  
wesentlichen gleichzeitig erfolgen und von solchen, die im  
wesentlichen nicht gleichzeitig innerhalb jeder Zeitspanne  
erfolgen, und die Anzeige der gezählten Gesamtwerte umfaßt.
- 25 5. Vorrichtung nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche,  
gekennzeichnet durch eine Analog-zu-Digital-Umsetzeinrichtung  
(10, 11), wobei das oder jedes elektrische Signal, welches  
von einem EEG-Kanal abgeleitet wurde, in eine digitale Form  
30 durch die Analog-zu-Digital-Umsetzeinrichtung mit einer  
Sampling-Frequenz umgesetzt wird, die ausreichend groß ist,  
um jegliche möglicherweise in dem elektrischen Signal auf-  
tretenden Impulse zu detektieren, und wobei das resultierende  
digitale Signal auch in digitaler Form an den Schwellenwert-  
35 Detektor (12) angelegt wird, um dieses mit dem Schwellenwert-  
Signal zu vergleichen.

- 1 6. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch  
gekennzeichnet, daß in dem Schwellenwert-Detektor das oder  
jedes von einem EEG-Kanal abgeleitete elektrische Signal  
einer Analog-zu-Digital-Umsetzung unterworfen wird, wobei  
5 eine der Bezugsspannungen für die Umsetzung auf dem Schwellenwertpegel liegt, und daß der Vergleich durch das Detektieren der von Null verschiedenen Ziffern an Stellen in der digitalen Form des Signals durchgeführt wird, die wenigstens  
10 so signifikant wie diejenige sind, welche dem Schwellenwertpegel entspricht.
7. Vorrichtung nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitsteuereinrichtung, die  
Auswähleinrichtung und die Addiereinrichtung durch einen  
15 digitalen Computer vorgesehen sind, der so programmiert ist, um die erforderlichen Operationen an den Anzeigen auszuführen, die durch den Schwellenwert-Detektor erzeugt werden, um von solchen Anzeigen die erforderlichen Gesamtwerte abzuleiten.  
20
8. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Zeitsteuereinrichtung,  
die Wähleinrichtung und die Addiereinrichtung durch einen geeignet  
programmierten digitalen Computer (12) vorgesehen sind, da-  
25 durch gekennzeichnet, daß das digitale Signal aus der Analog-zu-Digital-Umsetzeinrichtung als Eingangsgröße an den Computer angelegt wird.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der  
30 digitale Computer (12) auch derart programmiert ist, um den Vergleich des digitalen Eingangssignals mit dem Schwellenwertpegel durchzuführen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 7, Anspruch 8 oder Anspruch 9, da-  
35 durch gekennzeichnet, daß der Computer (12) so programmiert ist, um die Anzeigeeinrichtung (16) zu veranlassen, die Gesamtwerte in einer graphischen Form, die unmittelbar von einem Fachmann aufgenommen werden kann, darzustellen.



- 1 11. Vorrichtung nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß das oder jedes elektrische  
Signal, welches von dem EEG abgeleitet wurde, durch einen  
5 Signalkanal hindurchgeführt wird, der eine Magnetband-Auf-  
zeichnungseinrichtung (5) enthält, die dafür ausgebildet  
ist, um das elektrische Signal auf einem Magnetband mit  
einer ersten Geschwindigkeit aufzuzeichnen, und um das auf-  
gezeichnete Signal von dem Magnetband mit einer zweiten Ge-  
10 schwindigkeit abzuspielen bzw. wiederzugeben, die höher  
liegen kann als die erste Geschwindigkeit, um ein modifi-  
ziertes elektrisches Signal zu erzeugen, welches an die  
Eingangsanschlüsse angelegt wird, wobei die Zeitdauern der  
Zeitspannen und der Intervalle so ausgewählt sind, um eine  
15 Geschwindigkeitsänderung des elektrischen Signals durch das  
Aufzeichnen und Wiedergeben bzw. Abspielen zuzulassen.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die  
die Magnetband-Aufzeichnungseinrichtung dafür ausgebildet  
20 ist, um eine Aufzeichnung des elektrischen Signals, welches  
von dem EEG abgeleitet wurde, über eine Zeitspanne von  
ca. 24 Stunden durchzuführen, und dafür ausgebildet ist, um  
die Aufzeichnung in ca. 24 Minuten abzuspielen.
- 25 13. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch  
gekennzeichnet, daß der oder jeder Kanal des EEG's über  
eine geeignete Isolations-Schaltungsanordnung von dem  
Patienten an die Eingangsanschlüsse angelegt ist.
- 30 14. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 10, gekenn-  
zeichnet durch eine Einrichtung zum Multiplexen der elektri-  
schen Signale, welche von mehreren Kanälen des EEG's abge-  
leitet wurden, von mehreren Patienten zu den Eingangs-  
anschlüssen.
- 35 15. Verfahren zum Analysieren eines Elektro-Encephalogramms (EEG),  
bei dem die Amplitude des EEG's als ein Kriterium beim Zugriff  
auf die Gehirntätigkeit verwendet wird, dadurch gekennzeich-  
net, daß das EEG durch eine Vielzahl von digitalen Werten

- 1 (L, R) wiedergegeben wird, die jeweils der Amplitude des  
 EEG-Signals bei einer Aufeinanderfolge von Momenten ent-  
 sprechen, die um vorbestimmte gleiche Zeitspannen beab-  
 5 standet sind, und daß das Verfahren die folgenden Schritte  
 umfaßt: Vergleichen (106) der digitalen Werte aufeinander-  
 folgend mit einem Schwellenwert ( $V_t$ ) und Anzeigen, ob die  
 digitalen Werte größer oder kleiner sind als der Schwellen-  
 wert, Erzeugen (108, 110, 112, 114) einer Wiedergabe von  
 10 jedem Zeitintervall, während dem aufeinanderfolgende digi-  
 tale Werte kleiner sind als der Schwellenwert, Summieren  
 (115, 117, 119) der Wiedergaben der Zeitintervalle, die  
 wenigstens eine bestimmte minimale Dauer ( $T_t$ ) besitzen,  
 wobei die Wiedergaben solche sind, die während einer er-  
 weiterten Zeitspanne erzeugt wurden, um eine Gesamtzahl  
 15 der Wiedergaben für jede einer Vielzahl von aufeinander-  
 folgend erweiterten Zeitspannen vorzusehen (120), und um  
 eine Ausgabeanzeige abhängig von den Gesamtwerten der  
 Wiedergaben zu erzeugen.
- 20 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß  
 die Messung der Zeitdauern in Abhängigkeit von den Signalen  
 von einem Taktoszillator durchgeführt wird, der das An-  
 legen der digitalen Werte für den Vergleich steuert.
- 25 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet,  
 daß die Ausgabeanzeige eine graphische Wiedergabe der  
 Werte von einer Vielzahl der Gesamtgrößen enthält, die in  
 einem rechteckförmigen oder anderen Typ eines Koordinaten-  
 30 systems wiedergegeben sind.
18. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 15, 16 und 17,  
 gekennzeichnet durch das Einbeziehen der Bestimmung des  
 mittleren Wertes der Quadrate der digitalen Werte, die wäh-  
 35 rend einer erweiterten Zeitspanne auftreten.
19. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 15 bis 18, gekenn-  
 zeichnet durch das Einbeziehen des Zählens der Anzahl von  
 Zeitintervallen, die zu dem Gesamtwert während einer erwei-

- 1        terten Zeitspanne hinzu addiert wird  $n$  und der Berechnung  
der mittleren Dauer der Zeitintervalle während der Zeit-  
spanne.
- 5        20. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 15 bis 19, wonach  
ein EEG von sowohl der linken als auch der rechten Seite  
eines Kopfes eines Patienten abgeleitet wird, und die EEG's,  
die von den zwei Seiten erhalten wurden, getrennt analysiert  
und die entsprechenden Ergebnisse der Analysen Seite für  
10        Seite dargestellt werden.
- 15        21. Verfahren nach Anspruch 20, wonach das zeitliche Auftreten  
von Aktivitätsausbrüchen in dem EEG von einer Seite des  
Kopfes mit denjenigen von der anderen Seite des Kopfes ver-  
glichen wird und die Anzahl der Aktivitätsausbrüche, die  
synchron erscheinen und diejenige, die asynchron erscheinen,  
dargestellt wird.

20

25

30

35

1/4

89 901 488.0

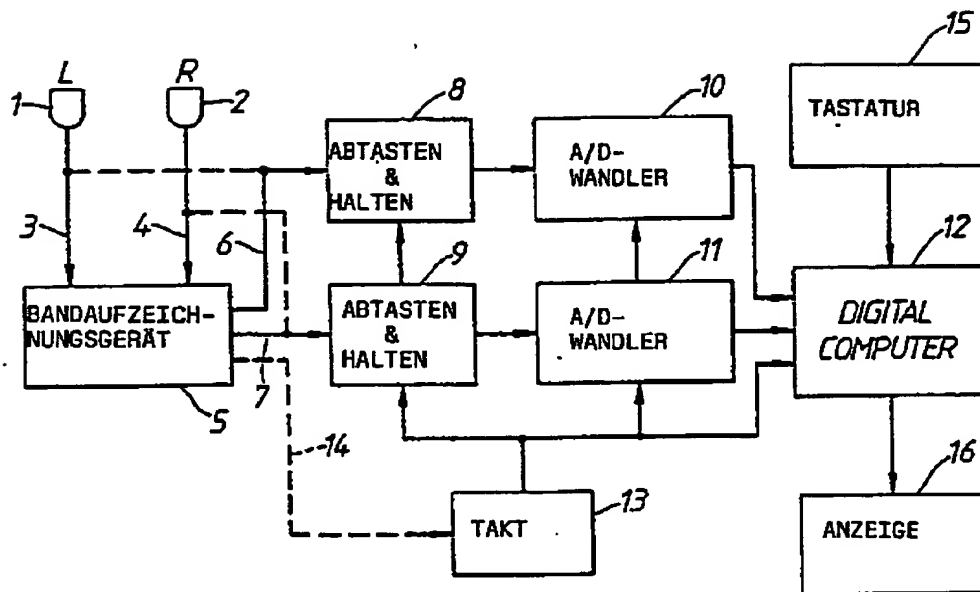


Fig. 1.

2/4

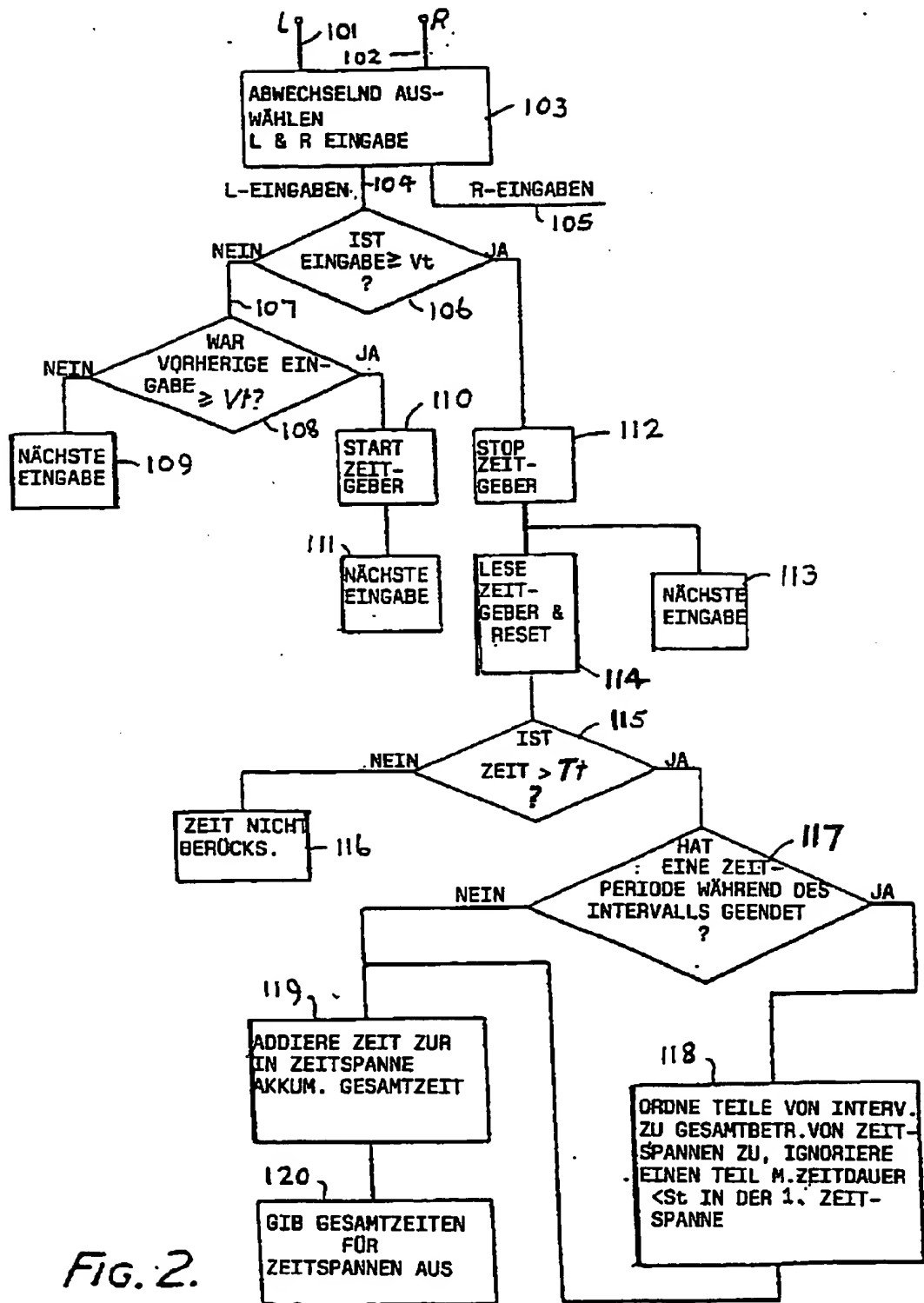


Fig. 2.

3/4

200  $\mu$ V] 1 MINUTE

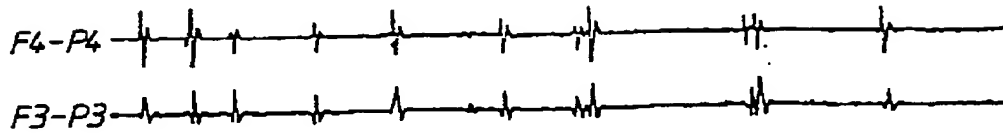


FIG. 3.

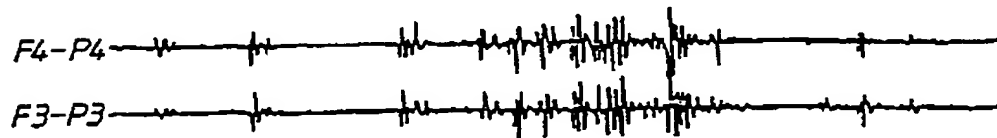


FIG. 4.

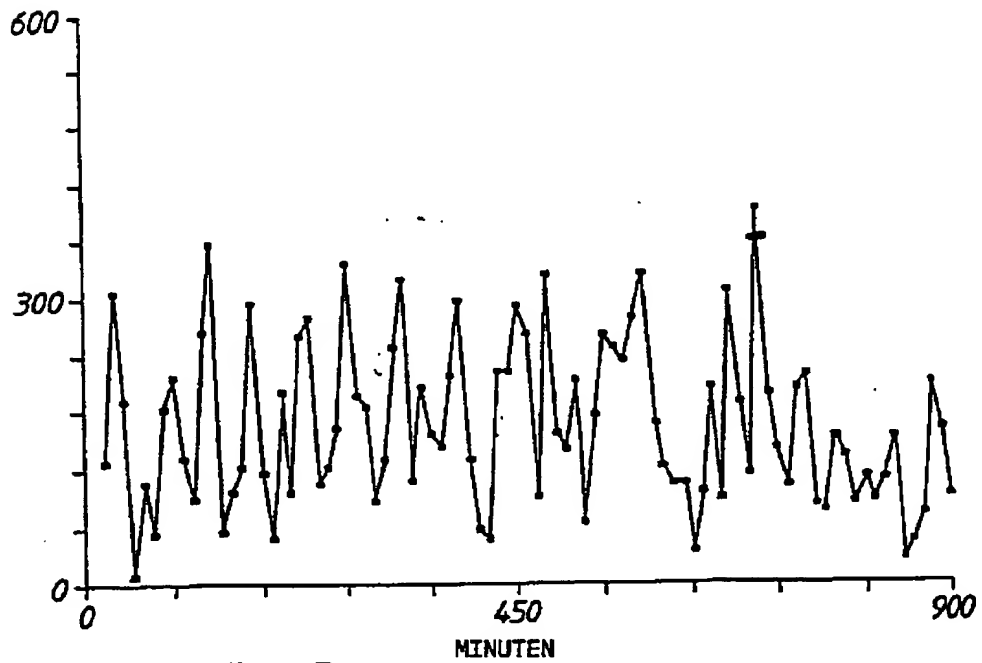
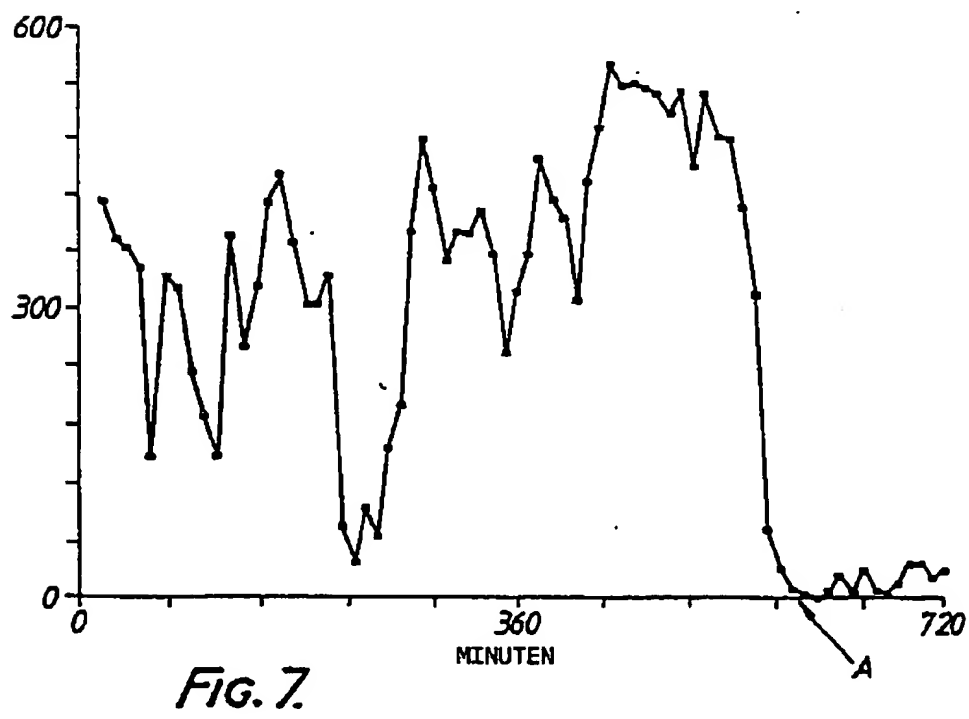
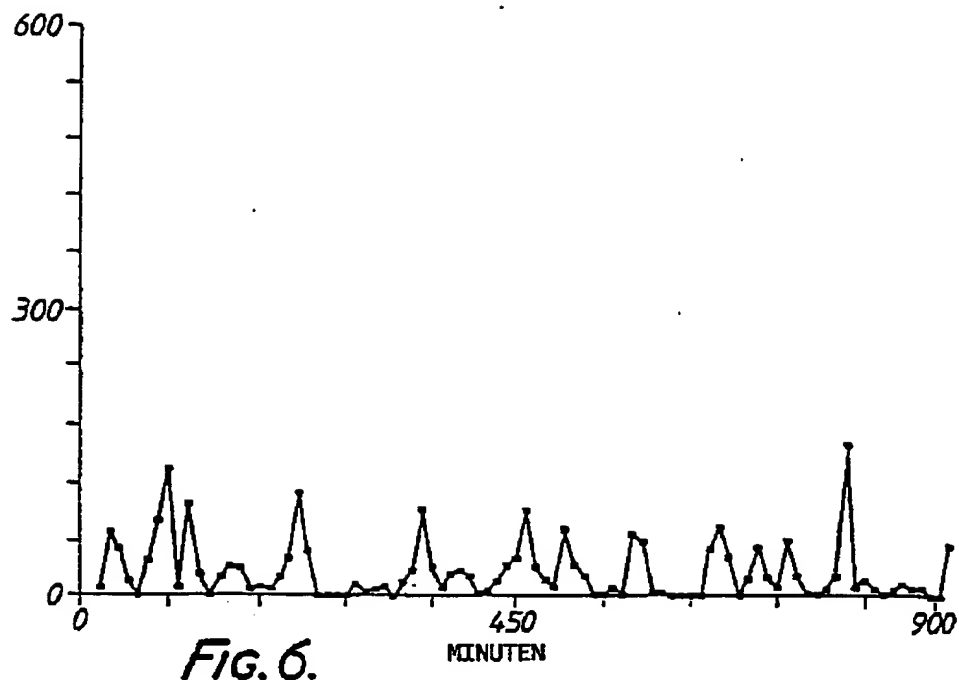


FIG. 5.

4/4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**